

[First Hit](#)      [Previous Doc](#)      [Next Doc](#)      [Go to Doc#](#)

**End of Result Set**

Generate Collection

Print

L12: Entry 2 of 2

File: DWPI

Nov 7, 1996

DERWENT-ACC-NO: 1996-498501

DERWENT-WEEK: 199650

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Electronically commuted DC motor for driving model submarines - has rotor and output shaft hermetically separated from stator and control electronics, and running under external pressure

INVENTOR: WOLK, K

PATENT-ASSIGNEE:

ASSIGNEE

CODE

WOLK K

WOLKI

PRIORITY-DATA: 1995DE-1016537 (May 5, 1995)

Search Selected

Search ALL

Clear

PATENT-FAMILY:

PUB-NO

PUB-DATE

LANGUAGE

PAGES

MAIN-IPC



DE 19516537 A1

November 7, 1996

005

H02K005/128

APPLICATION-DATA:

PUB-NO

APPL-DATE

APPL-NO

DESCRIPTOR

DE 19516537A1

May 5, 1995

1995DE-1016537

INT-CL (IPC): A63 H 23/04; H02 K 5/128; H02 K 11/00; H02 K 29/00

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 19516537A

BASIC-ABSTRACT:

The DC motor comprises a rotor and an output shaft which are hermetically separated from the stator and control electronics, and run in an external pressure area. A disc-or drum-shaped rotor is pref. hermetically enclosed in the interior of the motor casing.

The output shaft is pref. led through a reed trimming. A disc-shaped or tubular rotor may be arranged to lie freely in the outside area, and the stator with control electronics may be hermetically encapsulated.

ADVANTAGE - Eliminates need for shaft seals, and associated maintenance. Improves reliability and pressure protection.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/10

TITLE-TERMS: ELECTRONIC COMMUTE DC MOTOR DRIVE MODEL SUBMARINE ROTOR OUTPUT SHAFT  
HERMETIC SEPARATE STATOR CONTROL ELECTRONIC RUN EXTERNAL PRESSURE

DERWENT-CLASS: P36 V06 W04

EPI-CODES: V06-M03; V06-M09; V06-M14; W04-X03E1;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1996-420467

[Previous Doc](#)

[Next Doc](#)

[Go to Doc#](#)



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 195 16 537 A 1**

⑥① Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**H 02 K 5/128**  
H 02 K 29/00  
H 02 K 11/00  
A 63 H 23/04  
// H02P 6/14

⑳ Aktenzeichen: 195 16 537.3  
㉑ Anmeldetag: 5. 5. 95  
㉒ Offenlegungstag: 7. 11. 98

DE 195 16 537 A 1

㉑ Anmelder:  
Wolk, Klaus-Dieter, Dipl.-Ing., 28832 Achim, DE

㉒ Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤④ Elektronisch kommutierter Gleichstrommotor zum Antrieb von Modell-U-Booten

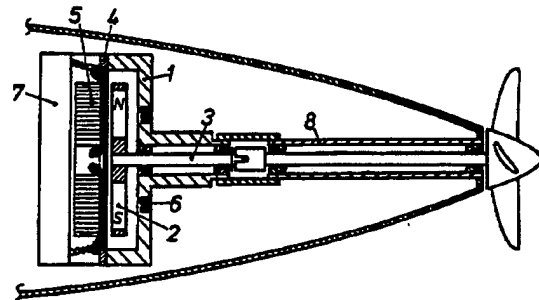
⑤⑦ Bei Modell-U-Booten herkömmlicher Bauart muß die drehende Welle des Antriebspropellers mit gleitenden Wellendichtungen gegen den Außendruck abgedichtet werden. Derartige Dichtungen verschleißén zwangsläufig und führen dann zu Undichtigkeiten.

Der neue Motor macht Wellendichtungen grundsätzlich überflüssig und verbessert durch Vermeidung derartiger Verschleißteile die Zuverlässigkeit und die Druckdichtigkeit. Das zylindrische Motorgehäuse (1) bildet die Fortsetzung des Stevenrohres (8). Sein Inneres mitsamt dem mit der Abtriebswelle (3) verbundenen Permanentmagnet-Polrad (2) steht unter Außendruck. Wellendichtungen sind überflüssig. Hinter dem nichtdrehenden Zylinderdeckel (4) steht dem Polrad der mit Spulensystemen versehene Stator (5) gegenüber.

Hallsensoren (6) im Gehäuseboden melden die Polradstellung an die Steuerelektronik (7), welche die Statorspulen so ansteuert, daß das Polrad rotiert.

Der Motor eignet sich zum Antrieb von ferngesteuerten Modell-U-Booten im Hobbybereich und von wissenschaftlichen/industriellen Unterwassergeräten und Unterwasserfahrzeugen.

Ferner kann er Anordnungen zur hermetischen Trennung mit Motoren und Magnetkupplungen platzsparend ersetzen.



DE 195 16 537 A 1

## Beschreibung

Es ist bekannt und die übliche Praxis, ferngesteuerte Modell-U-Boote mit herkömmlichen Gleichstrommotoren anzutreiben, wobei der Motor direkt oder über ein Getriebe mit der Propellerwelle gekuppelt ist.

Um die rotierende Propellerwelle gegen den Außendruck abzudichten ist es ferner bekannt und üblich, gleitende Wellendichtringe einzusetzen (Fachbuch "Technik der U-Boot Modelle" von Norbert Brüggemann, Verlag für Technik und Handwerk, Baden-Baden, 1991, ISBN 3-88180-036-0, Seite 51 bis 54).

Derartige Wellendichtungen unterliegen allerdings trotz regelmäßiger Schmierung zwangsläufig einem Verschleiß und führen letztendlich zu Undichtigkeiten.

Der im Patentanspruch angegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, gleitende Wellendichtungen überflüssig zu machen und durch den Fortfall dieser Verschleißteile den Wartungsaufwand zu vermindern und gleichzeitig die Zuverlässigkeit und die Druckdichtigkeit entscheidend zu verbessern.

Das Problem wird durch den im Patentanspruch angegebenen elektronisch kommutierten Gleichstrommotor mit hermetisch getrenntem Abtrieb gelöst.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß an der rotierenden Propellerwelle keine Abdichtungen gegen den Außendruck in Form von gleitenden Wellendichtungen mehr erforderlich sind, womit die Druckdichtigkeit von keinem Verschleiß mehr abhängt. Der Antrieb ist damit weitestgehend wartungsfrei. Die Rundlaufgenauigkeit der Propellerwelle kann großzügiger toleriert werden und die Lagerung läßt sich vereinfachen.

Bei entsprechender Auslegung der Lager reicht die Schmierung durch das Wasser aus und ölhaltige Schmierstoffe sind nicht erforderlich, wodurch der Betrieb der Modell-U-Boote in Gewässern mit Fischbestand oder zu Sonderveranstaltungen in Schwimmbädern unbedenklich wird.

Ein weiterer gewichtiger Vorteil ergibt sich aus der elektronischen Kommutierung für die elektromagnetische Verträglichkeit des Gesamtsystems.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Gleichstrommotoren mit mechanischer Kommutierung mittels Bürsten und Lamellenkollektor entstehen hier prinzipiell keine Funken, welche mit ihrem breitbandigen Störspektrum den Empfang der Fernsteuersignale stören können und deshalb aufwendigere Entstörmaßnahmen erforderlich machen. Solche Entstörmaßnahmen sind für den im Patentanspruch 1 genannten Motor überflüssig.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden näher beschrieben und durch Zeichnungen veranschaulicht.

## Grundsätzlicher Aufbau

Fig. 1 zeigt zunächst den grundsätzlichen Aufbau, wobei der Motor als Innenläufer nach Patentanspruch 2 mit scheibenförmigem Rotor aufgebaut ist.

Das Stevenrohr (8) und das damit druckdicht verbundene zylindrische Motorgehäuse (1) und dessen Deckel (4) setzen den Druckkörper nach innen hin fort und bilden eine hermetische Grenze zwischen Innen- und Außendruckbereich. Der Druckkörper hat damit eine quasi pilzförmige Einstülpung.

Das Innere des Stevenrohres und des Motorgehäuses stehen dabei unter Außendruck und können geflutet werden.

Im Innern des Motorgehäuses ist das mit der Motorwelle (3) verbundene Permanentmagnet-Polrad (2) drehbar gelagert und im weiteren Verlauf mit der Propellerwelle gekuppelt.

Hinter dem Deckel (4) des Motorgehäuses aus nichtleitendem Material steht dem Polrad (2) der drehfelderzeugende Stator (5) gegenüber, welcher mit einem Spulensystem versehen ist.

Im Boden des Motorgehäuses sind Hallsensoren eingelassen, welche die Stellung des Polrades erfassen und an die Steuerelektronik (7) melden. Die Steuerelektronik steuert daraufhin die Statorspulen so an, daß ein Drehmoment auf das Polrad ausgeübt wird, so daß dieses rotiert.

Die Steuerelektronik besitzt ferner eine Schnittstelle zum Fernsteuerempfänger, so daß Drehzahl und Drehrichtung des Motors direkt vom Fernsteuerempfänger durch ein pulslängenmoduliertes Signal gesteuert werden können.

Durch einen Regelkreis ist ferner eine Begrenzung des Motorstromes auf einen vorwählbaren Wert gegeben.

In Fig. 1 ist der Motor als Innenläufer mit scheibenförmigem Rotor ausgebildet.

Grundsätzlich kann der Motor auch als Innenläufer mit einem trommelförmigen Rotor aufgebaut werden wie in Fig. 2 dargestellt. Bei dieser Bauform entfällt die axiale Belastung der Motorlager infolge der Anziehung zwischen Polrad und Stator.

Es sind auch Bauformen möglich wie in Patentanspruch 3 benannt, bei denen der Rotor nicht im Innern des Motorgehäuses gekapselt ist, sondern unmittelbar außen läuft.

Fig. 3 zeigt einen Außenläufer mit scheibenförmigem Rotor, Fig. 4 einen Außenläufer mit rohrförmigem Rotor.

Alle beschriebenen Bauformen können als Motoren mit polarisierten Rotoren (Permanentmagnet-Polrädern) oder auch als "Switched Reluctance Motor" aufgebaut werden. In diesem Fall muß der Rotor als strukturiertes und unpolarisierendes Eisenpaket aufgebaut werden.

Allen diesen Varianten ist jedoch die hermetische Trennung zwischen Statorseite und Abtriebsseite gemein.

Durch eine entsprechende Werkstoffauswahl kann die Trennung auch im mikroskopischen Sinne auf molekularer Ebene "hermetisch dicht" ausgeführt werden, wobei überwiegend Metalle und für Teile, die aus nichtleitendem Material sein müssen, Keramiken oder Glas in Betracht kommen.

Mit derartigen Werkstoffen und entsprechender Dimensionierung der Wandstärken kann der Motor auch für hohe Drücke bzw. große Tauchtiefen ausgelegt werden.

Für den praktischen Einsatz von Modell-U-Booten ist dies jedoch nicht erforderlich und es können ohne weiteres auch Kunststoffe eingesetzt werden.

## Aufbau des Funktionsmusters

## Mechanik

Es wurde ein Funktionsmuster als Ausführungsbeispiel und zur praktischen Erprobung aufgebaut.

Dieses ist als Innenläufer mit scheibenförmigem Rotor konzipiert.

Fig. 5 zeigt den mechanischen Aufbau in Originalgröße.

Be.

Das Motorgehäuse (1) ist hierbei aus Aluminium hergestellt. Das Polrad (2) besteht aus einer Aluminiumscheibe, in welche 4 Permanentmagnete (9) jeweils um 90° versetzt eingelassen sind.

Damit besitzt das Polrad 4 Polpaare; dementsprechend handelt es sich um einen achtpoligen Motor.

Die Permanentmagnete bestehen aus Bariumferrit und sind damit korrosionsunempfindlich.

Die Abtriebswelle (3) aus Edelstahl ist in nichtrostenden Rillenkugellagern (10) gelagert.

Zur Statorseite hin wird das Motorgehäuse durch eine Wand (4) aus Epoxydharz-Glasfaser-Laminat druckdicht verschlossen.

Im Bereich des Polrades ist die Wandstärke zur Verringerung des effektiven "Luftspaltes" des magnetischen Kreises stark herabgesetzt.

Hinter der Wand befindet sich unmittelbar der Stator (5), welcher aus einem System von Flachspulen und dem Eisen-Rückschluß für den magnetischen Kreis besteht.

Je 4 Flachspulen in Sektorform mit 60° Sektorwinkel, gleichmäßig auf den Vollkreis verteilt und in Serie geschaltet, bilden eine Teilwicklung bzw. Motorphase. Insgesamt sind drei derartige Teilwicklungen bzw. Motorphasen vorhanden, mechanisch jeweils um 30° versetzt.

Der Eisen-Rückschluß ist zur Verringerung der Wirbelstromverluste als Bandeisenspirale mit isolierender Zwischenlage aufgebaut.

Wand, Flachspulen und Eisen-Rückschluß sind miteinander zu einer kompakten und biegesteifen Einheit vergossen.

Die Steuerelektronik (7) zur Ansteuerung des Spulensystems ist auf einer runden Leiterplatte unmittelbar hinter dem Stator angebracht.

Drei Hallsensoren (11), eingesetzt in jeweils einem Kunststoffstutzen (12) an der Rückseite des Motorgehäuses, tasten die Stellung des Polrades ab und geben ihre Signale an die Steuerelektronik weiter.

Die Kunststoffstutzen sind in Winkelpositionen  $\alpha = n \cdot (90^\circ + 15^\circ)$  mit  $n=0;1;2$  längs des Umfanges angebracht.

#### Wirkungsweise

Da elektronisch kommutierte Gleichstrommotoren heute zum Stand der Technik gehören, braucht die Wirkungsweise des hier beschriebenen Motors nicht mehr im Detail beschrieben zu werden.

Ebenso kann davon abgesehen werden, auf die Kriterien für die Dimensionierung sowie auf die Dimensionierung selbst einzugehen.

Der Übersicht wegen soll die Wirkungsweise allerdings doch in den Grundzügen kurz skizziert werden.

Dazu zeigen Fig. 6 und Fig. 7 schematisch den Aufbau des Stator-Spulensystems, wobei Fig. 6 zunächst die 4 Spulen einer Teilwicklung bzw. Motorphase zusammen mit dem Polrad zeigt und Fig. 7 die räumliche Verteilung bzw. Verschachtelung der drei Motorphasen längs des Umfanges verdeutlicht.

Die drei Motorphasen, im folgenden A, B und C genannt, sind, wie in Fig. 8 dargestellt, elektrisch im Dreieck geschaltet, wobei die Eckpunkte R, S und T jeweils über Schalttransistor-Halbbrücken an Betriebsspannung oder Nullbezug geschaltet werden können.

Abhängig von der momentanen Stellung des Polrades, welche von den Hallsensoren erfaßt wird, wird durch die Steuerelektronik jeweils ein Eckpunkt mit der Betriebsspannung und ein anderer mit dem Nullbezug

verbunden. Der jeweils dritte Eckpunkt bleibt frei, so daß immer nur eine Stromspeisung zwischen zwei Eckpunkten erfolgt.

In der Motorphase zwischen den Eckpunkten mit Einspeisung fließt dann ein Strom  $+I$  bzw.  $-I$ , in den übrigen (wegen des doppelten resultierenden Widerstandes der in Serie geschalteten Wicklungen) ein Strom  $-I/2$  bzw.  $+I/2$ .

Fig. 9 zeigt den Feldbereich im Schnitt über eine Abwicklung des halben Motorumfangs.

Werden bei dieser Polradstellung die Transistoren  $R_H$  und  $T_L$  nach Fig. 8 durchgeschaltet, so erfolgt die Einspeisung von Eckpunkt R nach T. In den Motorphasen fließen dann die Ströme A:

$$I_A = +I/2$$

$$B: I_B = +I/2$$

$$C: I_C = -I$$

womit sich die in Fig. 9 skizzierte Stromrichtung ergibt.

Die Wechselwirkung dieser Ströme mit dem Magnetfeld des Polrades hat eine Kraft auf das Polrad in Pfeilrichtung zur Folge, worauf sich das Polrad in diese Richtung bewegt (die Richtung der Kraft entspricht der Richtung des Vektorproduktes aus Stromvektor und Magnetfeldvektor bzw. läßt sich nach der "Dreifingerregel" ermitteln).

Sobald sich das Polrad um 15° weitergedreht hat und dies von den Hallsensoren erkannt wird, schaltet die Steuerelektronik die Transistoren so durch, daß die Stromrichtungen in den jeweiligen Leitern vom Polrad aus gesehen sich wieder in gleicher Weise einstellen.

Damit wirkt die Kraft auf das Polrad in gleicher Weise fort und das Polrad kann sich weiterdrehen.

Alle 15° werden die Ströme in den Motorphasen umgeschaltet, so daß sich eine kontinuierliche Drehbewegung ergibt.

Für eine Vierteldrehung (entsprechend 90°) sind also 6 verschiedene Schaltzustände erforderlich, die sich bei weiterer Drehung wiederholen, da die achtpolige Maschine mit 90° periodisch ist.

Zur Erkennung der 6 Winkelbereiche sind 3 Bit erforderlich, was mit den drei Hallsensoren erreicht wird.

Eine Dekodierlogik in der Steuerelektronik sorgt abhängig von der mit einem zusätzlichen Bit vorgegebenen Drehrichtung dafür, daß jeweils die entsprechenden Transistoren in den Transistorhalbbrücken geschaltet werden.

Um eine Drehzahlverstellung zu ermöglichen, kann die Ansteuerung der Transistoren in den unteren Brücken zweigen mit einem Rechtecksignal variablen Tastgrades (0...100%) im kHz-Bereich moduliert werden.

Die Steuerung des Tastgrades und die Einstellung der Drehrichtung wird über eine Interfaceschaltung zum Fernsteuerempfänger vorgenommen, welche das pulslängenmodulierte Empfangssignal auswertet.

Die Schaltung der für das Funktionsmuster aufgebauten Steuerelektronik ist in Fig. 10 dargestellt.

Weil es ein Entwicklungsmuster ist, wurden noch große Teile der Schaltung mit diskreten Bauelementen bzw. mit einzelnen Logikschaltkreisen aufgebaut.

Unter Verwendung von programmierbaren Logikschaltkreisen oder eines Microcontrollers und passenden Leistungshalbleiter-Modulen kann die Steuerelektronik kompakter und zweckmäßiger aufgebaut werden.

## Patentansprüche

1. Elektronisch kommutierter Gleichstrommotor zum Antrieb von Modell-U-Booten dadurch gekennzeichnet, daß Rotor und Abtriebswelle hermetisch von Stator und Steuerelektronik getrennt sind und im Außendruckbereich laufen. 5
2. Elektronisch kommutierter Gleichstrommotor nach Patentanspruch 1 mit scheibenförmigem oder trommelförmigem Rotor dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor im Innern des Motorgehäuses hermetisch gekapselt ist und die Abtriebswelle coaxial aus einem Rohrstutzen herausgeführt wird (Innenläufer). 10
3. Elektronisch kommutierter Gleichstrommotor nach Patentanspruch 1 mit scheibenförmigem oder rohrförmigem Rotor, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor außenliegend und frei im Außenbereich läuft und der Stator mit Steuerelektronik hermetisch gekapselt ist (Außenläufer). 15 20

---

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

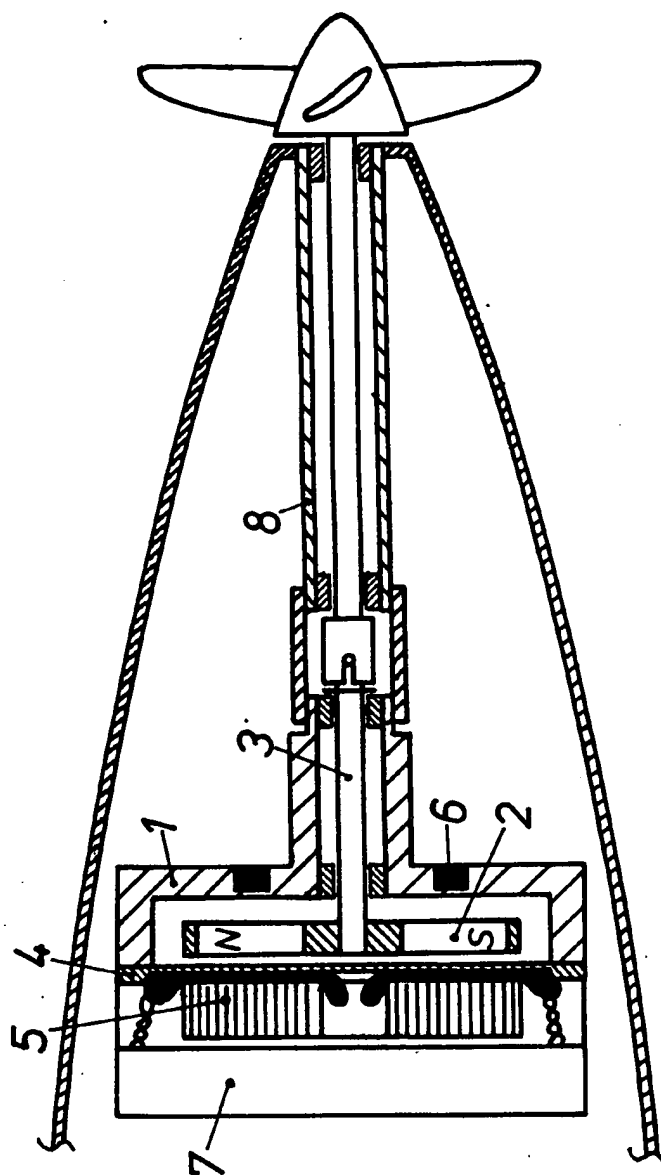
45

50

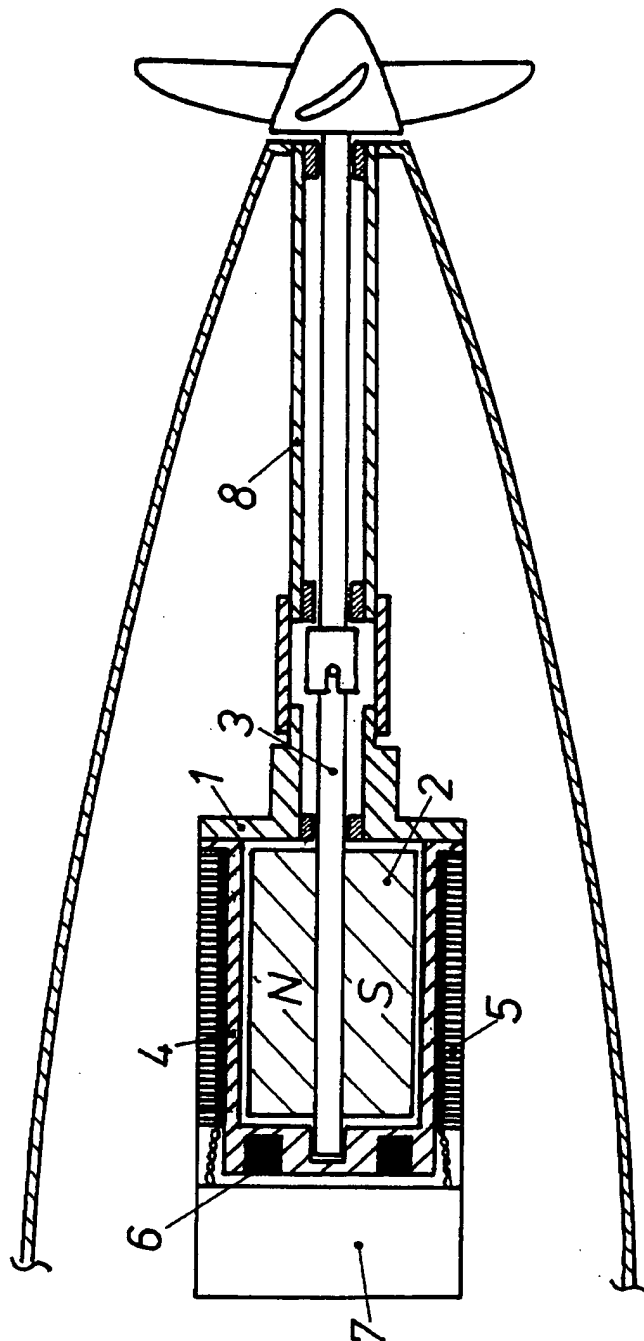
55

60

65

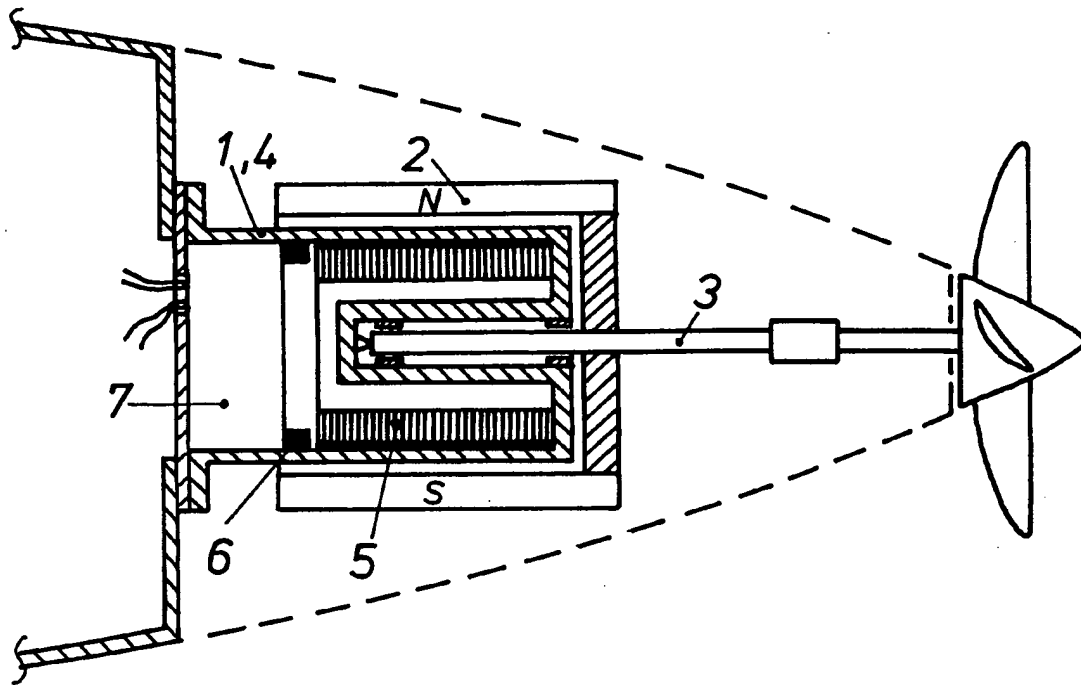


Figur 1

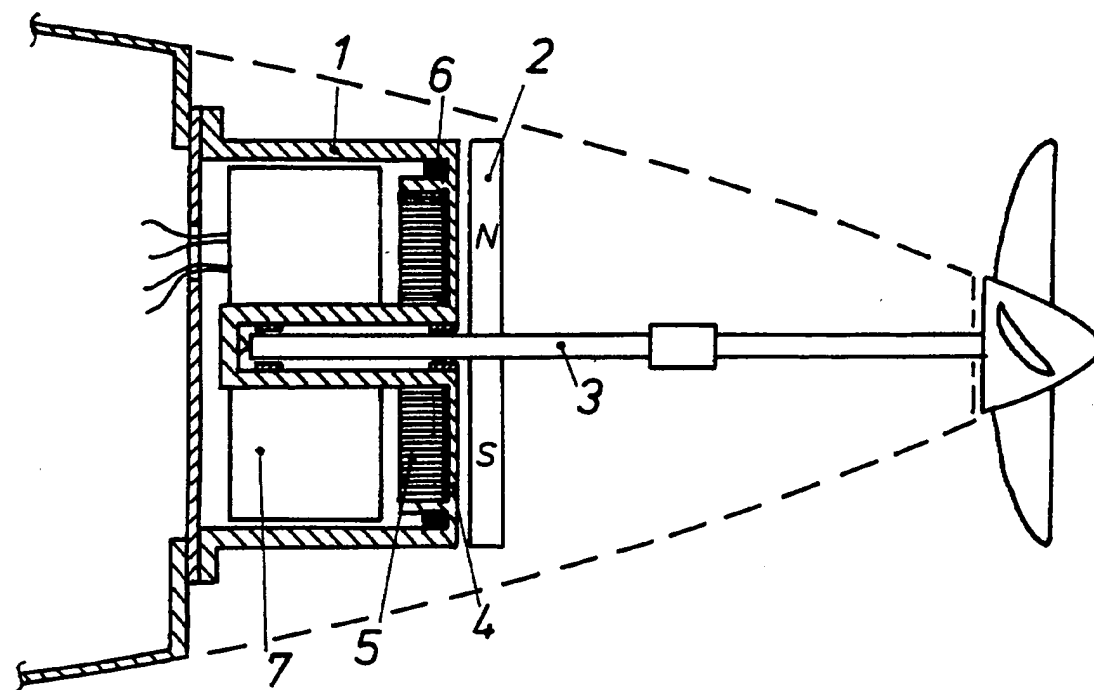


Figur 2

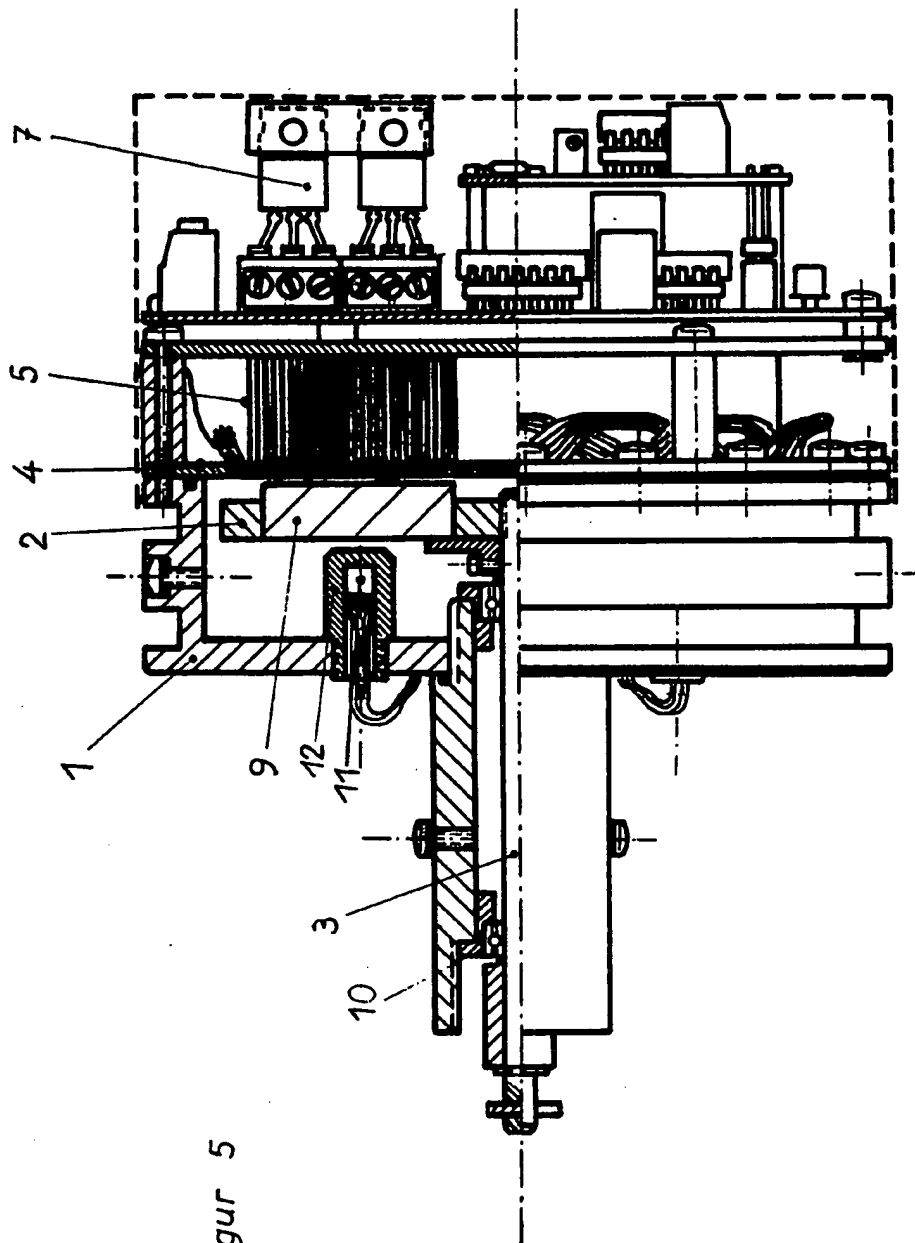




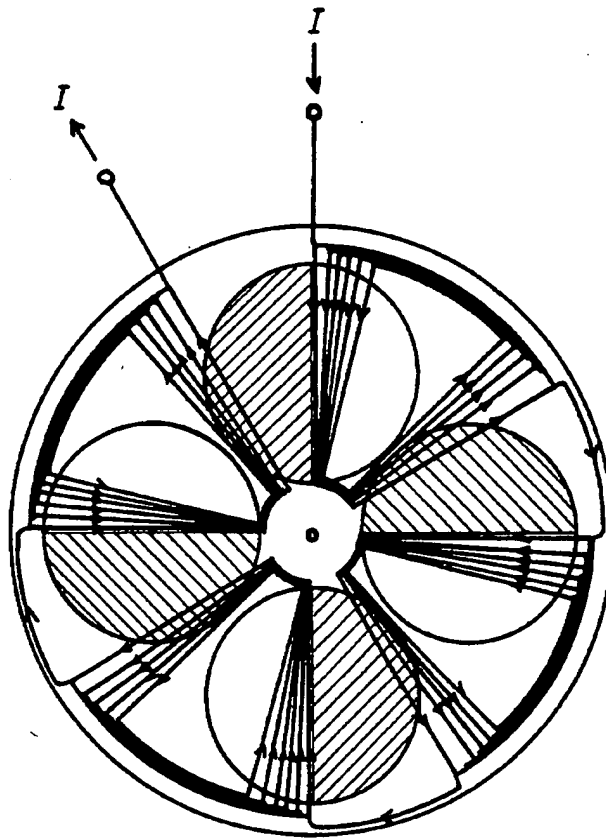
Figur 3



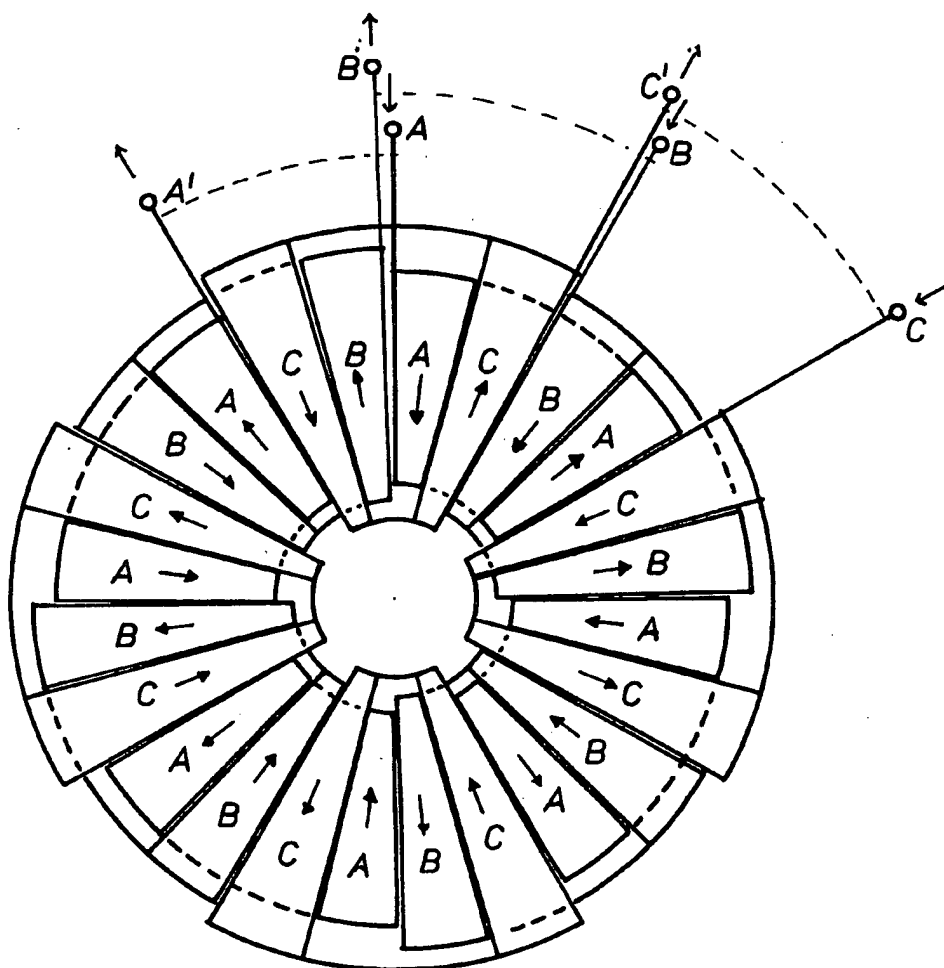
Figur 4



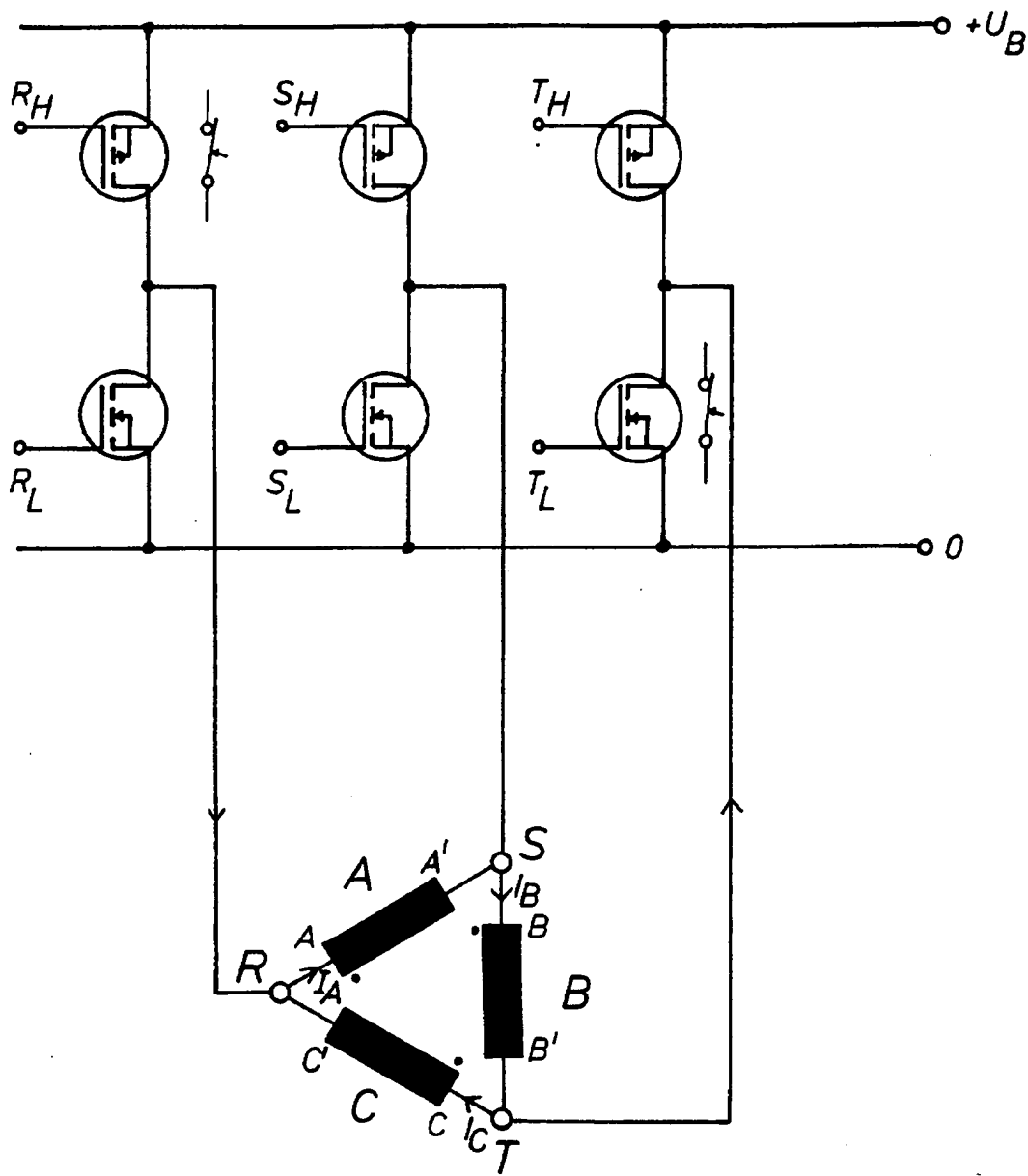
Figur 5



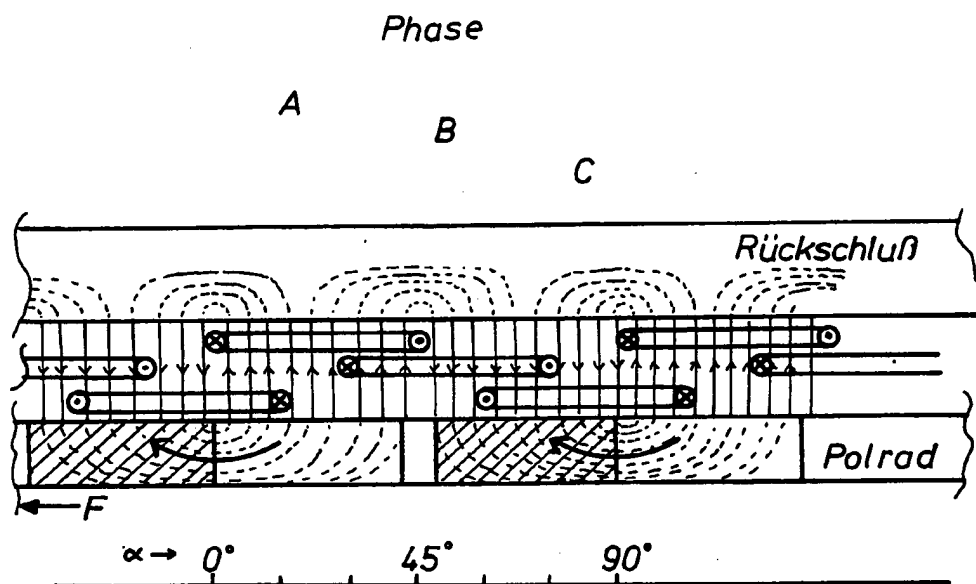
*Figur 6*



Figur 7



Figur 8



*Figur 9*

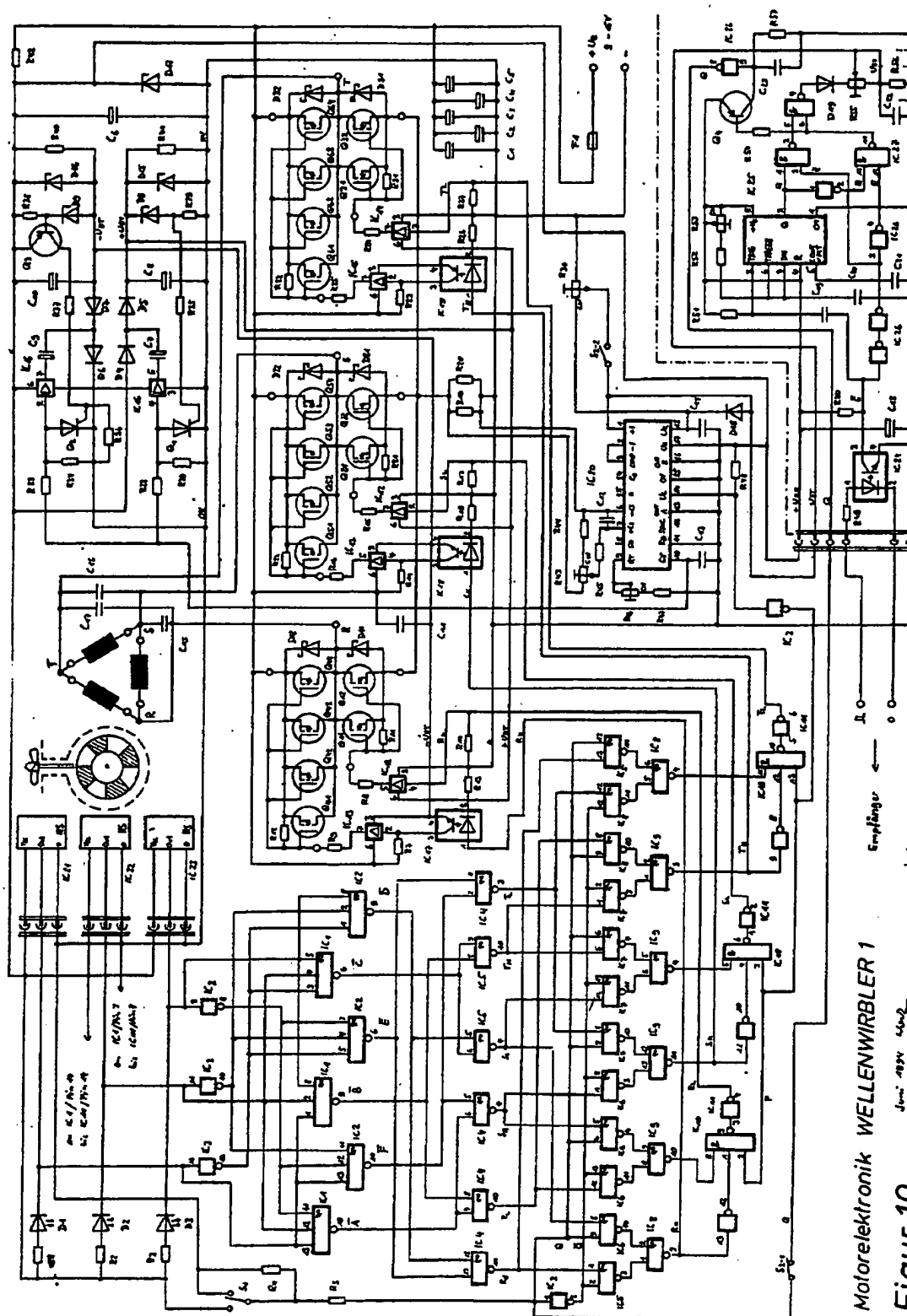


Figure 10